Численное исследование многомасштабных неустойчивостей в замагниченной плазме

Перепёлкина А.Ю., Левченко В.Д., Горячев И.А.

ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва, Россия, mogmi@narod.ru

В докладе представлены последние результаты моделирования задач физики плазмы при помощи программных комплексов, разрабатываемых авторами [1, 2].
Основные плазменные неустойчивости исследованы путём численного эксперимента в 1970х-1980х гг., но научный интерес до сих пор представляют принципиально трёхмерные неустойчивости (в том числе филаментационная неустойчивость Вейбеля [3]), и также поздняя, турбулентная стадия неустойчивостей, в том числе и исследованных ранее, так как многомасштабное трехмерное моделирование становится возможным только с развитием компьютерных технологий.

При математическом моделировании важно выбрать подходящую математическую модель, граничные условия, численные параметры. При выборе необходимо учитывать и то, насколько точно будет смоделировано исследуемое явление, и то, какие вычислительные ресурсы и какое время потребуется для проведения эксперимента. В докладе представлены примеры подобных рассуждений для неустойчивости Вейбеля, как одной из многомасштабных неустойчивостей в замагниченной плазме.

При изучении вейбелевской неустойчивости рассмотрены три отдельные задачи [4]:

(1) Два холодных релятивистских пучка электронов с противоположно направленными скоростями. Рост неустойчивости из начального возмущения в скорости частиц. Ионы являются неподвижным фоном.  (2) Два противоположно направленных релятивистских пучка электронов с конечной тепловой скоростью. Начального периодического возмущения нет, рост неустойчивости проходит из начального теплового шума. Ионы являются неподвижным фоном. (3) Ускорение электронов в слое плазмы фокусированным лазерным импульсом. Электроны слой плазмы обладает конечной тепловой скоростью. Ионы подвижны.

Из первых двух сделаны выводы о необходимых параметрах для моделирования филаментации в плазменных системах. В третьей задаче получено, что доля энергии лазерного импульса, уходящая на генерацию магнитных полей, может превышать 5%.

Литература

1. Perepelkina A.Yu, Goryachev I.A., Levchenko V.D. // Journal of Physics: Conference Series. — 2014. — Vol. 510, no. 1. — P. 012042. — XXV IUPAP Conference on Computational Physics, August 20-24 2013, Moscow, Russia.
2. Perepelkina A Yu, Levchenko VD, Goryachev IA. // 41st EPS Conference on Plasma Physics / Ed. by Prof. O. Scholten ; EPS. — Europhysics Conference Abstracts no. 38F. — Berlin : European Physical Society, 2014. — June. — P. O2.304.
3. Weibel Erich S. Spontaneously Growing Transverse Waves in a Plasma Due to an Anisotropic Velocity Distribution // Phys. Rev. Lett. — 1959. — Feb. — Vol. 2. — P. 83–84.
4. Горячев И.А., Левченко В.Д., Перепёлкина А.Ю. // Препринты ИПМ им.М.В.Келдыша. — 2014. — № 26.